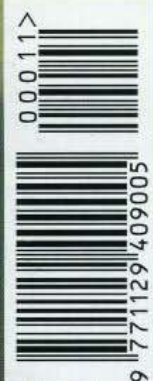
Costruisci il tuo
LABORATORIO
e pratica subito con
L'ELETTRONICA
n. 11 - L. 12.900 - 6,66 euro
TEORIA
Relé elettromagnetici
CONTROLLO
Rilevatore di oscurità
Allarme in presenza di luce
Temporizzatore a lunga durata
DIGITALE
Porta AND DTL
COMPONENTI
Verifica di un fototransistor
MISURE
Rilevatore di luce artificiale
LABORATORIO
Il fototransistor
IN REGALO in questo fascicolo
1 Fototransistor - 2 Molle
2 Resistenze da 470Ω, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 680Ω ,5%, 1/4W
1 Resistenza da 1K8, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 5K6, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 8K2, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 12K, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 22K, 5%, 1/4W
1 Condensatore da 470µF/25V, elettrolitico
Peruzzo & C.
9 771129 409005 00011

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

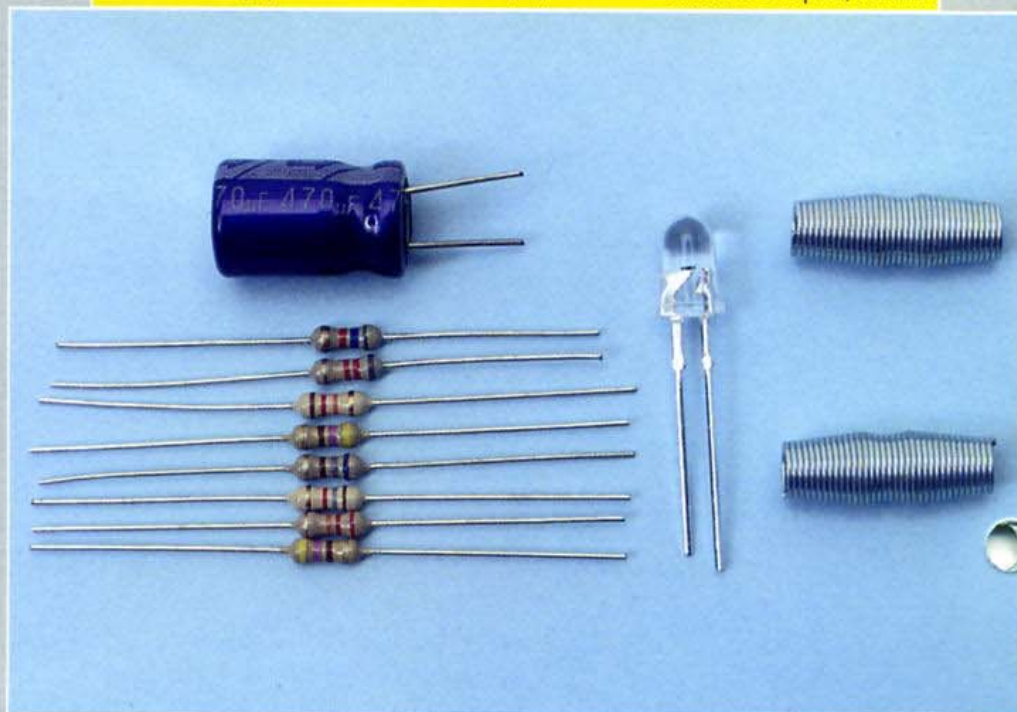
Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

1 Fototransistor - 2 molle
2 Resistenze da 470Ω, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 680Ω ,5%, 1/4W
1 Resistenza da 1K8, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 5K6, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 8K2, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 12K, 5%, 1/4W
1 Resistenza da 22K, 5%, 1/4W
1 Condensatore da 470µF/25V, elettrolitico

In questo fascicolo si installa il fototransistor e si allegano alcuni componenti per realizzare altri esperimenti.

Relé elettromagnetici

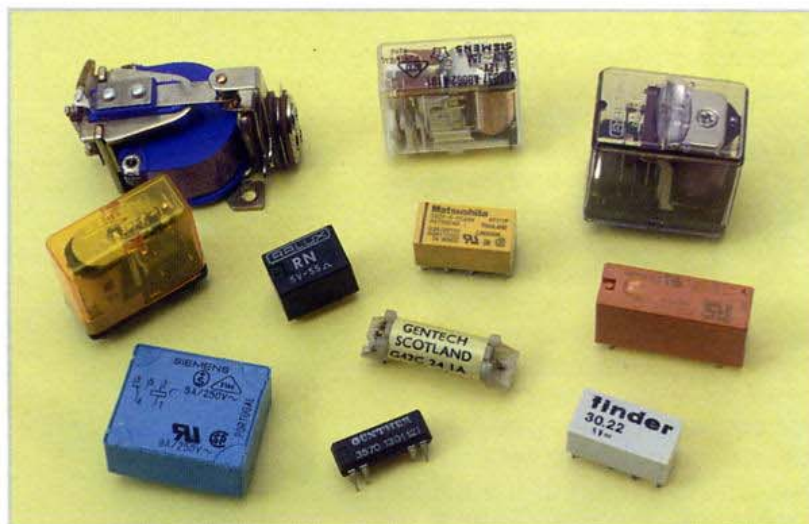
Un relé elettromagnetico, in pratica, è costituito da uno o più contatti azionati da una elettrocalamita.

Il relé elettromagnetico è un componente utilizzatissimo, anche se passa inosservato: ha molti campi d'applicazione, ad esempio nelle centrali telefoniche è il componente più importante dato che queste ultime contengono anche oltre 100.000 relé.

Relé di uso corrente.

Il relé

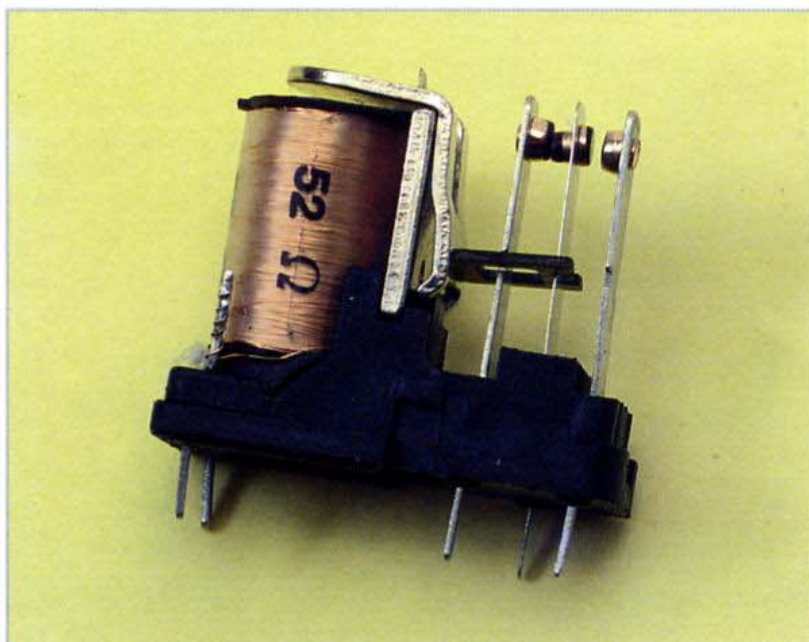
Il nome è un'abbreviazione utilizzata nel gergo dei tecnici che sta per "attuatore elettromagnetico". Anche se viene utilizzato in elettronica, in realtà esso è un componente elettromeccanico e per progettarlo e costruirlo è necessario disporre di nozioni sull'elettricità e sulla meccanica.

Il principio su cui si basa il suo funzionamento è semplicissimo: ha una parte, costituita dai contatti che sono simili a quelli di un interruttore o commutatore, che può avere anche un notevole numero di circuiti commutatori. L'altra parte di cui è costituito è il dispositivo che attiva l'interruttore, o la combinazione di commutatori, e che invece di essere azionato manualmente, viene azionato da una elettrocalamita.

I contatti

I contatti del relé devono poter garantire una buona connessione elettrica: per questo motivo, infatti, sono fabbricati con materiali conduttori di elettricità. Inoltre, il punto di contatto, deve essere progettato tenendo conto delle correnti che dovrà condurre e della tensione che dovrà sopportare. Se non viene utilizzato un adeguato relé i punti di contatto si possono bruciare; si deve fare attenzione, per esempio, quando il carico che si deve commutare è induttivo, come nel caso di un motore: si possono generare degli archi che rendono obbligatorio l'utilizzo di contatti estremamente rinforzati. Le parti flessibili dei contatti sono denominate lamine perché sono composte da lamine metalliche.

Relé commutatore.

La pressione

L'elettrocalamita che aziona i contatti deve avere un sistema composto da parti isolanti e leve che spingano i contatti con una forza sufficiente ad assicurare il contatto stesso. È importantissimo applicare alla bobina la tensione consigliata

dal costruttore perché potrebbe succedere che se apparentemente funziona anche con tensioni inferiori, la pressione delle molle potrebbe essere così esigua da non potere assicurare un contatto sicuro e quindi il contatto stesso finirebbe con il guastarsi. I relé commutatori sono costruiti con molle con un dispositivo che mantiene la commutazione permanente, e assicura il contatto anche quando il relé è in stato di riposo, quando cioè non si applica tensione alla bobina. Quando si parla di relé applicati ad apparecchiature o ad autoveicoli, il discorso si complica, infatti, per assicurare un buon contatto anche in presenza di colpi e di oscillazioni, tutti questi sistemi devono essere di conseguenza più rinforzati.

Relé reed.

La bobina

La bobina di un relé è un avvolgimento costituito da filo arrotolato su un nucleo composto principalmente da ferro. In realtà, esso è una elettrocalamita; la tensione applicata alla bobina dipende dall'applicazione e può essere alternata o continua, a seconda del modello. Tanto per fare qualche esempio: 5, 12, 24 e 48 Volt per la tensione continua e 12, 24, 48 e 220 Volt per quella alternata sono alcuni dei valori d'utilizzo più comune. Per quanto riguarda, invece, la corrente assorbita, essa dipende dall'energia necessaria a spostare i contatti. Le dimensioni e il peso, a causa della notevole varietà di applicazioni, sono molto diversi; possono andare dal peso inferiore a un grammo fino a raggiungere qualche chilo.

L'armatura

L'armatura è costituita dalla rimanente parte dei pezzi che chiudono il circuito magnetico composto da due parti: l'armatura fissa, che é la bobina, e l'armatura mobile, la quale è composta da materiale ferroso che viene attratto dall'elettrocalamita. Quest'ultima, a sua volta, fa leva sui supporti isolanti dei contatti e spostandoli porta a termine la commutazione del relé. L'armatura mobile, essendo di ferro, deve essere isolata dai contatti che aziona.

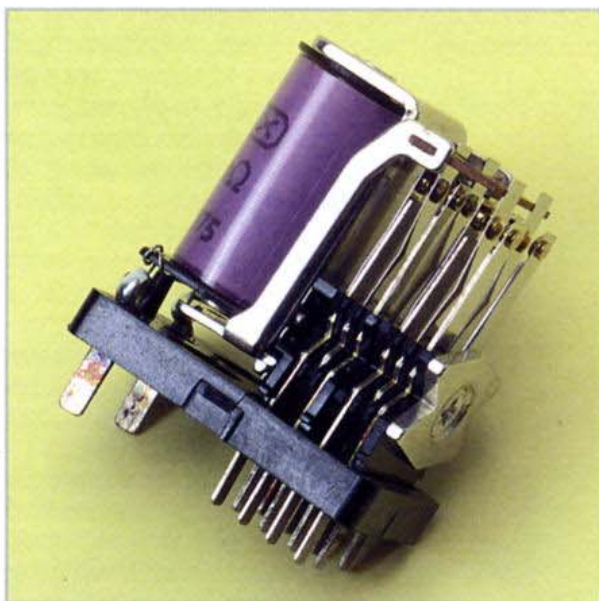
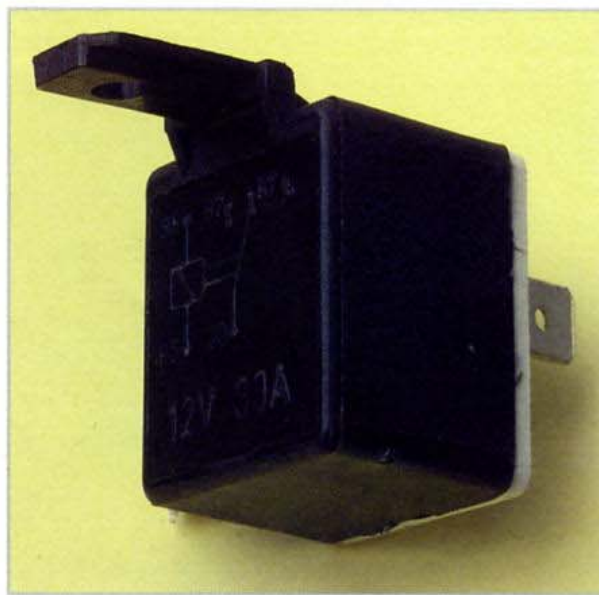
Dettaglio dell'ampolla con contatti di un relé reed.

Relé elettromagnetici

Bobina di un relé/ è l'elettrocalamita che muove i contatti del relé.

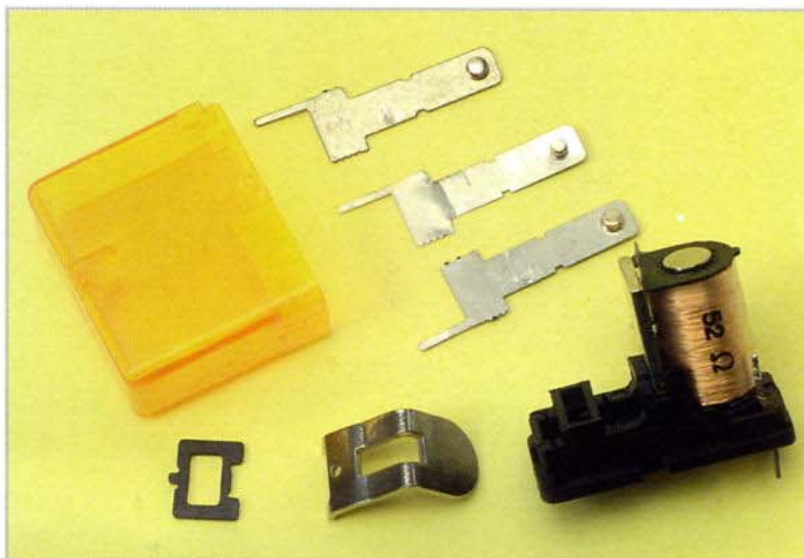
I nemici

La polvere è il nemico numero uno del relé; i relé, di solito, sono chiusi da una protezione molte volte trasparente. I relé "aperti" vengono usati solamente in zone protette dalla polvere. Il salnitro, la tipica corrosione prodotta dal sale sulle imbarcazioni e nelle zone costiere, è un altro nemico da cui vanno protetti i relé: in questo caso, oltre a una buona copertura, si devono rivestire di materiali anticorrosione tutti i pezzi che agiscono con la tensione e quindi potrebbero avere dei danni a causa dell'azione elettrolitica. Anche la temperatura è dannosa; dobbiamo pensare che esistono delle apparecchiature che lavorano in alta montagna, o in zone polari, e che devono sopportare temperature di circa 30° sotto zero o anche più basse. Per fare un altro esempio, i relé collocati nel motore di un'autovettura devono resistere a un calore che facilmente supera i 60° C. Solitamente, i relé di uso comune, funzionano bene da 0° C fino a 50° C; per temperature estreme, invece, ci si deve avvalere di relé appositamente progettati. Il calore esige che si utilizzino isolanti indeformabili, ma anche il freddo può far nascere dei problemi, perché i meccanismi che compongono i relé possono restringersi e bloccarsi. Si deve quindi tener conto della dilatazione dei metalli e si deve fare molta attenzione a utilizzare lubrificanti per le parti mobili perché potrebbero congelarsi.

Le avarie dei pezzi meccanici sono un altro fattore che influisce negativamente sul funzionamento dei relé: i costruttori hanno studiato delle solu-

Un relé può commutare simultaneamente molti circuiti.

.Modello di relé di uso corrente nelle autovetture.

zioni per ovviare a questo problema e indicano una durata per ogni tipo di relé, trascorsa la quale, quest'ultimo va sostituito, anche se funziona ancora bene. Può anche succedere che, a causa di un guasto nel circuito, un relé progettato per assolvere ad un determinato numero di operazioni, veda incrementati in maniera anormale i valori di funzionamento.

Relé reed

I relé reed sono relé elettromagnetici, anche se la loro forma è molto diversa. I contatti sono situati all'interno di un'ampolla di vetro che assicura una protezione estremamente efficace contro qualsiasi tipo di sporcizia e di umidità; le lamine sono, in pratica, una lega di ferro e l'ampolla è inserita all'interno del nucleo della bobina: quando la bobina viene eccitata, il campo magnetico provoca lo spostamento delle lamine, stabilendo, così, il contatto. Per verificarne il funzionamento, possiamo applicare all'esterno dell'ampolla un magnete e osservare come i contatti si spostino.

Pezzi di un relé.

L'isolamento

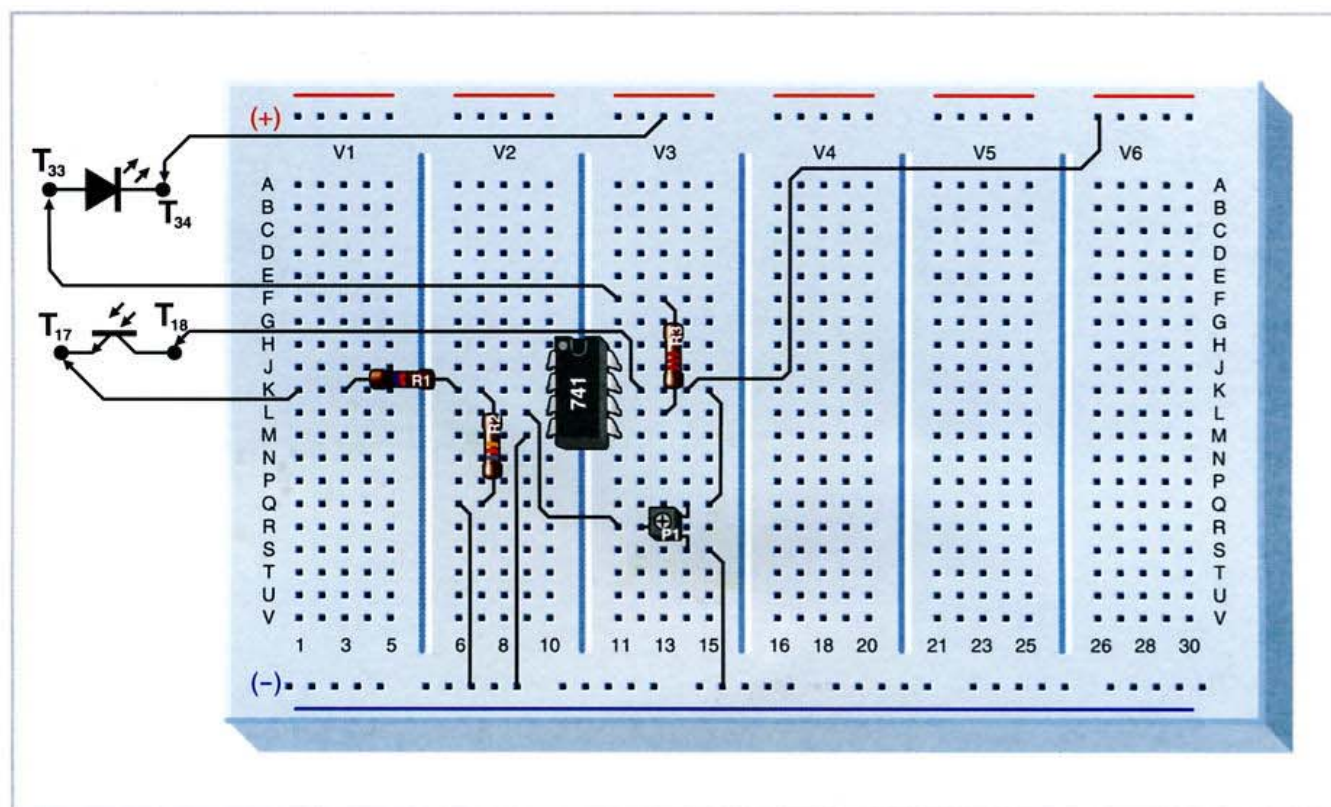
L'isolamento tra il circuito che controlla la bobina e i circuiti dei contatti, è la cosa più importante in un relé. In molte applicazioni tra i due circuiti non c'è connessione elettrica.

Il controllo

Anche i relé vengono utilizzati al fine di risparmiare cavi e altri componenti, possiamo vederlo con un esempio classico. Il motorino di avviamento di un'autovettura, durante l'operazione di avviamento, consuma più di 100 A: la sua connessione, quindi, esigerebbe un commutatore estremamente robusto, oltre alla presenza di due cavi di grosso diametro che dovrebbero arrivare fino al posto di guida. Osservando la batteria dell'automobile, invece, vediamo che il negativo si collega direttamente alla carrozzeria e al motore, mentre dal positivo escono due cavi, di cui il più grosso è connesso direttamente al motorino di avviamento. Su di esso è situato il relé che viene azionato da un interruttore attivato dalla chiave che commuta il sistema elettrico di accensione del motore, attraverso cui circola soltanto la corrente che alimenta la bobina di questo relé, i cui contatti collegano direttamente la batteria al motorino di avviamento. Esso, inoltre, muove un ingranaggio che "ingrana" con la corona del motore a combustione, lo fa ruotare e quindi partire.

Relé con distribuzione dei terminali che permette il suo utilizzo negli zoccoli dei circuiti integrati.

Rilevatore di oscurità

Quando il livello di luce risulta insufficiente, il diodo LED si illumina.

Questo circuito è utilissimo per indicarci eventuali abbassamenti del livello di illuminazione. Il diodo LED indica che il livello d'illuminazione è al di sotto di un determinato livello prefissato mediante il potenziometro P1. Se il livello di luce, invece, è superiore, il diodo LED rimane spento.

Il circuito

Il circuito base è costituito da un comparatore costruito con un amplificatore operazionale 741. Alla sua uscita si collega un diodo LED, con una resistenza limitatrice. Il catodo del LED viene collegato al terminale V3 – utilizzato in questo caso come punto centrale dell'alimentazione simmetrica – prendendo come tensione positiva V6 e come tensione negativa (-). Il circuito deve essere alimentato dalla tensione fornita dal laboratorio: se si utilizza un'alimentazione esterna, invece, non funziona.

In questo caso, la tensione di riferimento del comparatore viene applicata al terminale 3 dell'operazionale e viene fornita dal cursore del potenziometro i cui estremi sono collegati, rispettivamente, alle tensioni positiva (V6) e negativa (-) dell'alimentazione. Si riesce, così, ad ottenere il maggiore campo di regolazione. Il fototransistor viene collegato alle due estremità dell'alimentazione. La corrente che circola attraverso le resistenze R1 e R2 dipende dalla quantità di luce incidente il fototransistor; essa determina il livello di tensione del terminale 2 dell'amplificatore operazionale. Quando il livello di tensione presente in questo terminale supera il livello della tensione presente nel terminale 3 dello stesso amplificatore operazionale, l'uscita dell'amplificatore operazionale diventa negativa rispetto a V3 e il diodo LED si spegne.

Possiamo utilizzarlo come segnale luminoso

Esperimento 1

Una volta montato il circuito, il cursore del potenziometro va regolato approssimativamente a metà del suo percorso e le alimentazioni del circuito – V6, V3 e (-) – vanno collegate. Se il livello d'illuminazione risulta sufficiente, il diodo LED rimarrà spento. Copriamo con una mano, o con qualcosa di scuro, il fototransistor così da evitare che la luce possa passare. Il diodo LED si deve illuminare; se non doves-

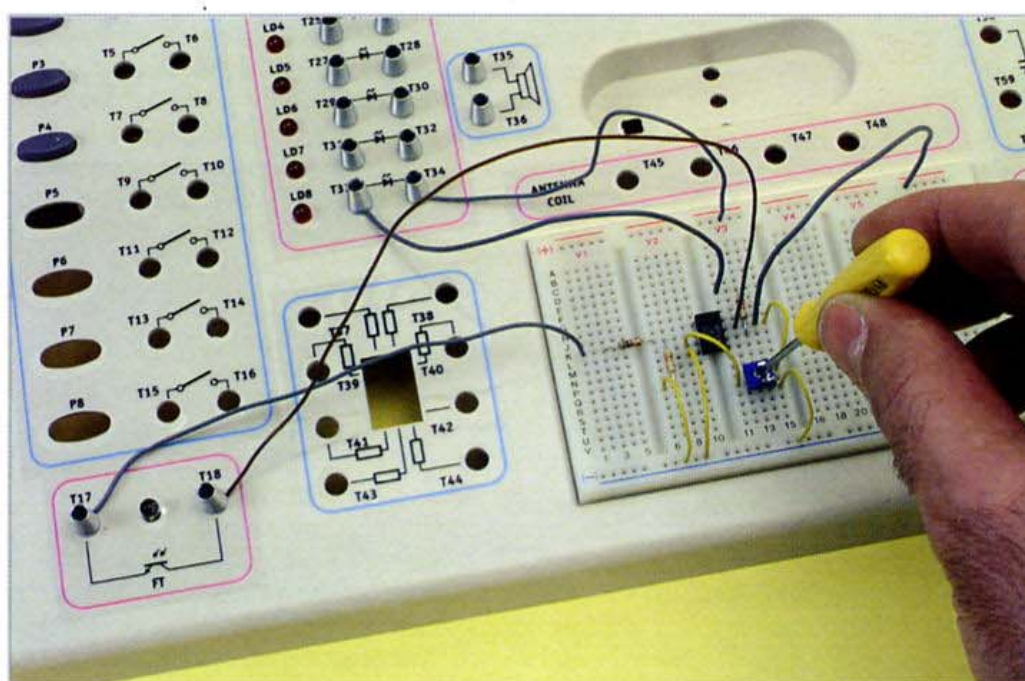
Rilevatore di oscurità

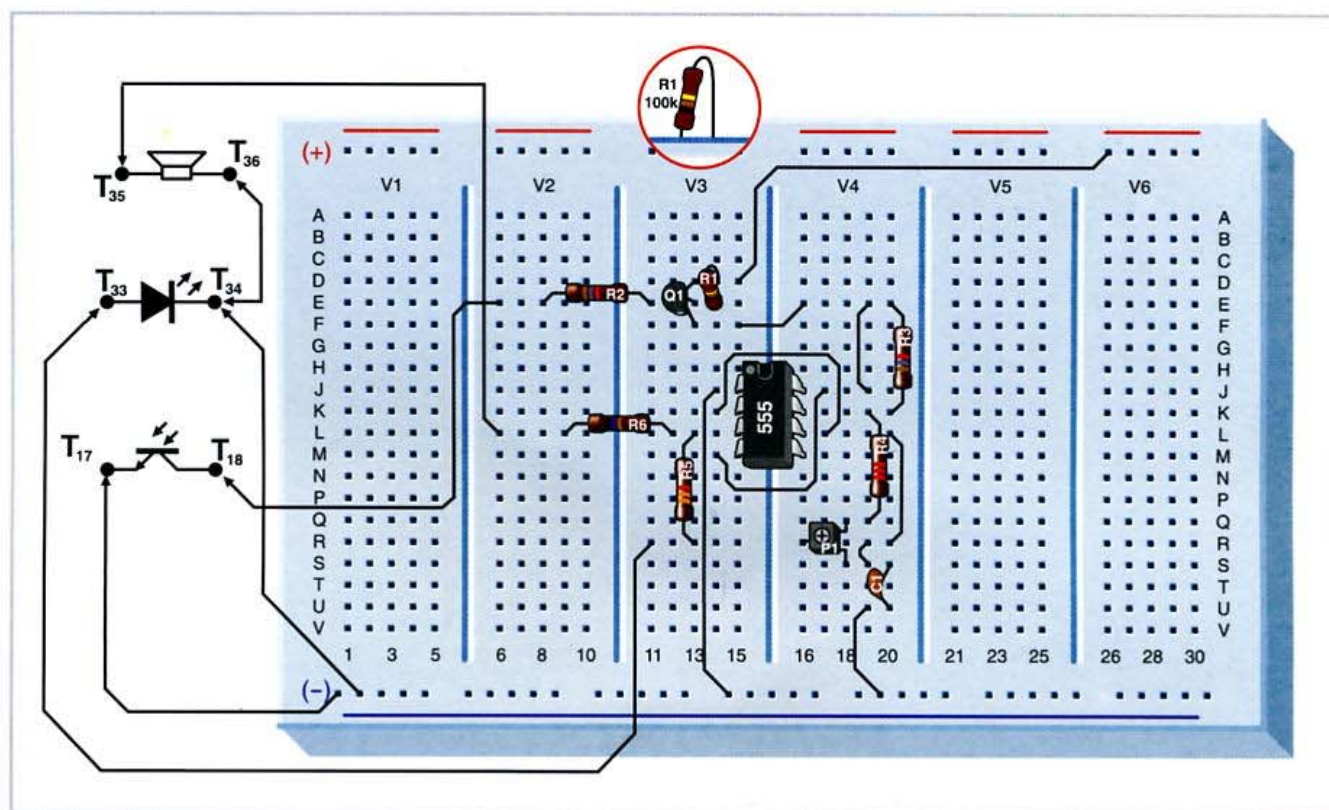
COMPONENTI	
R1	5K6
R2	82 K
R3	2K2
P1	100 K
U1	741
LD8	
FT	

se accadere, dobbiamo rivedere le connessioni effettuate. La sensibilità del circuito può venire regolata variando, grazie al potenziometro di regolazione P1, il riferimento del comparatore.

Al buio il diodo LED si accende.

Esperimento 2

Possiamo esercitarci cambiando i valori delle resistenze R1 e R2; la loro somma deve, comunque, essere sempre superiore a 68 K. La resistenza R3 ha un valore di 2K2, in modo che il consumo risulti minimo – circa 2 mA –, ma se vogliamo un'indicazione più facilmente osservabile, possiamo aumentare l'illuminazione del LED sostituendo questa resistenza con un'altra con un minor valore ohmico. Se, per esempio, si utilizza una resistenza da 470 Ω, attraverso il LED circolerà una corrente di circa 8 mA.

Allarme in presenza di luce

Indicatore acustico e luminoso dell'intensità della luce.

Quando un apparecchio viene alimentato con le pile, è importantissimo che il consumo sia minimo. Alcuni apparecchi devono funzionare soltanto in determinati momenti, ma il fatto che debbano rimanere "vigili" per tutto il tempo, ci obbliga a mantenere attiva l'alimentazione e a consumare l'energia della pila. Il circuito ora proposto è un indicatore della presenza della luce. Utilizza la luce per attivarsi e al buio si scollega automaticamente e, quindi, non consuma energia. Quando il LED è "oscurato", il consumo è inferiore a 1 mA. Invece, in presenza della luce, l'astabile a cui è collegato si attiva, il diodo LED si illumina e viene emesso un suono la cui frequenza è regolabile. Nel nostro caso, si tratta di effettuare degli esperimenti, ma, in pratica, il fototransistor potrebbe, per esempio, essere situato in un'abitazione o in una cantina per avvisarci se qualcuno accende la luce.

Il circuito

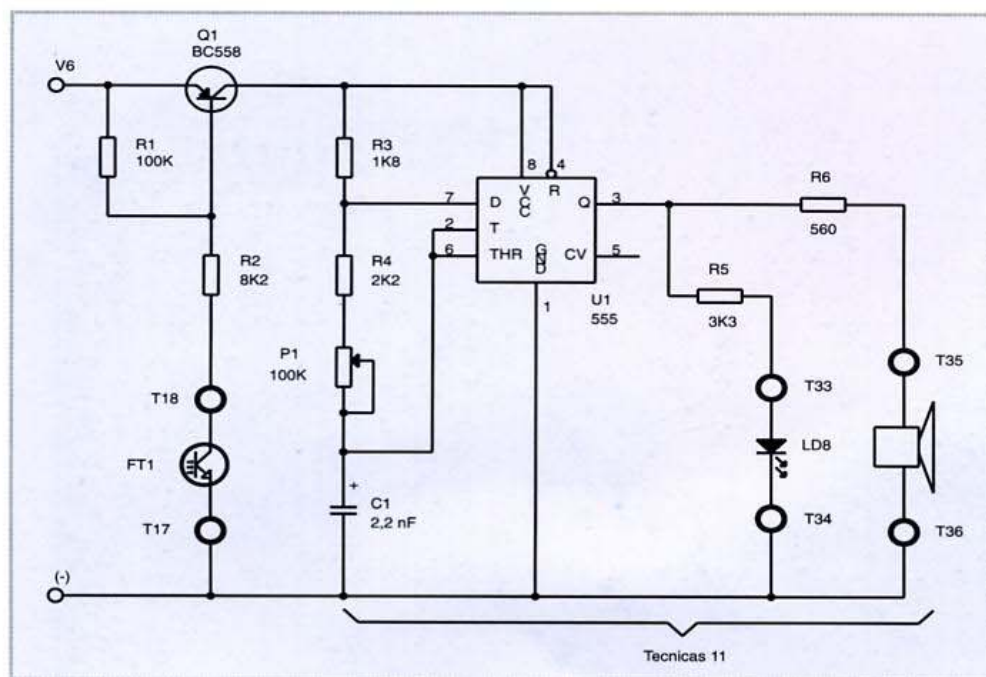
Il circuito è costituito da due parti chiaramente differenziate, di cui una è un oscillatore astabile, costruito con un 555 (lo abbiamo studiato in "TECNICHE 5") che, quando riceve l'alimentazione attraverso i suoi terminali 4 e 8, illumina un diodo LED e, tramite un altoparlante, emette un suono, la cui frequenza possiamo regolare.

L'altra parte è formata da un interruttore elettronico attivato dalla luce. Quest'ultimo consiste, in pratica, di un transistor NPN modello BC558, che rimane inattivo, e quindi non conduce, finché non possiede sufficienti corrente e tensione. I livelli di queste ultime si raggiungono grazie alle resistenze di polarizzazione R1 e R2; quando la resistenza R2 si collega al negativo dell'alimentazione, terminale (-) del laboratorio, il transistor Q1 conduce consentendo il passaggio della corrente fino al circuito integrato 555; in questo modo si attiva l'astabile, il diodo LED si illumina e l'altoparlante si attiva.

Al buio non consuma

Il fototransistor

La connessione al negativo dell'alimentazione viene realizzata attraverso il fototransistor, cosicché quando quest'ultimo riceve luce, inizia a condurre e di conseguenza attraverso la resistenza circola corrente polarizzando la base del transistor Q1, che entra in stato di conduzione. In assenza di luce, o

Allarme in presenza di luce

COMPONENTI	
R1	100 K
R2	8K2
R3	1K8
R4	2K2
R5	3K3
R6	560 Ω
P1	100 K
C1	2,2 nF
Q1	BC558
U1	555
FT	
ALTOPARLANTE	
LD8	

quando non c'è abbastanza luce, attraverso la resistenza R2 non circola corrente sufficiente a polarizzare il transistor Q1; quindi, quest'ultimo non conduce e l'astabile rimane senza alimentazione.

Telecomandi

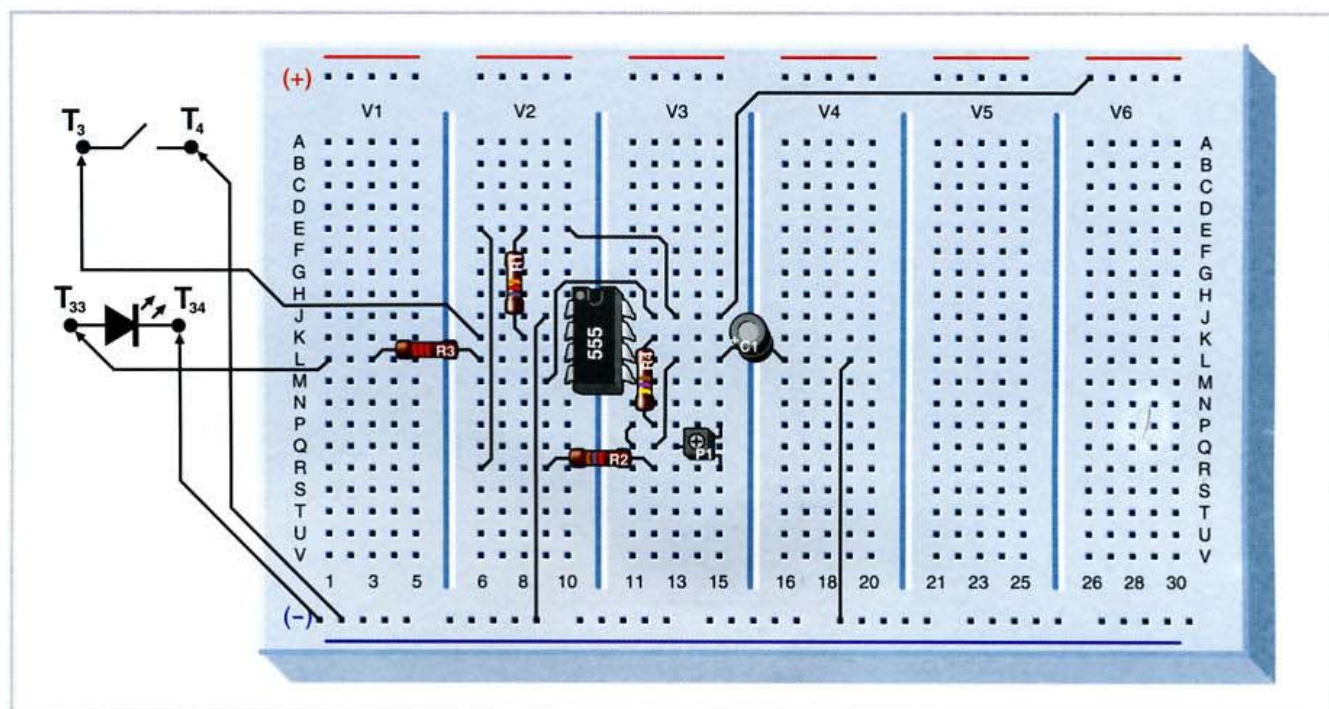
Questo circuito può essere utilizzato anche per verificare se i telecomandi emettono la radiazione infrarossa oppure no. È normale che alcuni telecomandi si guastino; le avarie possono essere di due tipi: le pile si esauriscono oppure qualche tasto non funziona. Si direziona il telecomando verso il fototransistor, di fronte al televisore; lo si deve direzionare verticalmente in modo che incida bene sulla parte sensibile del fototransistor. Possiamo iniziare da una distanza di circa 10 cm e allontanarci poco a poco: la sensibilità di un circuito come questo non è molta, ma è sufficiente a verificare se il telecomando ha un'emissione sufficiente a produrre raggi infrarossi e in tal caso avremo un'indicazione sia acustica che luminosa, oppure no.

Indicatore a basso consumo a riposo.

Esperimento

Con questo circuito e un telecomando faremo un giochetto: in un appartamento al buio, collochiamo due persone, a una diamo il circuito, mentre all'altra diamo il telecomando. La persona in possesso del circuito si sposterà, l'altra, invece, cercherà di localizzarla con il telecomando. Quando ci riuscirà, l'altoparlante emetterà un suono e il LED lampeggerà.

Temporizzatore a lunga durata

È un monostabile dotato di un 555 adattato per molte forme di temporizzazioni.

Grazie a questo circuito, possiamo ottenere temporizzazioni che vanno da 1 secondo a 20 minuti circa, cambiando soltanto il valore di una resistenza. Dispone di un potenziometro con cui si riesce ad avere una regolazione di 1 minuto tra il massimo e il minimo.

Il circuito

Il circuito è "classicissimo": è un monostabile con un 555. I cataloghi dei fabbricanti ci ricordano che il transistor interno che scarica il condensatore non deve assorbire più di 200 mA e raccomandano di limitare il condensatore della temporizzazione, C1, a soli 100 µF. Un valore così basso, però, ci costringerà a utilizzare per la resistenza valori molto alti così da ottenere tempi lunghi; inoltre, per utilizzare un campo ragionevole di regolazione dovremmo avvalerci di un potenziometro regolatore di maggior valore. Per poter usare dei condensatori più capaci, nel percorso di scarica si inserisce una resistenza da 470 Ω che limita la corrente di scarica del condensatore.

Il montaggio

Il montaggio deve essere attentamente eseguito, rispettando l'orientamento del circuito integrato e la polarità del condensatore elettrolitico. Collegando momentaneamente il terminale 3 al negativo dell'alimentazione si accende il circuito. Possiamo eseguire la connessione sia con un circuito esterno sia con un pulsante, che utilizzeremo per verificare il funzionamento del circuito. Possiamo utilizzare l'uscita per attivare un altro circuito oppure per collegarvi un diodo LED che ne verifichi il funzionamento.

Temporizzatore a misura

Esperimento 1

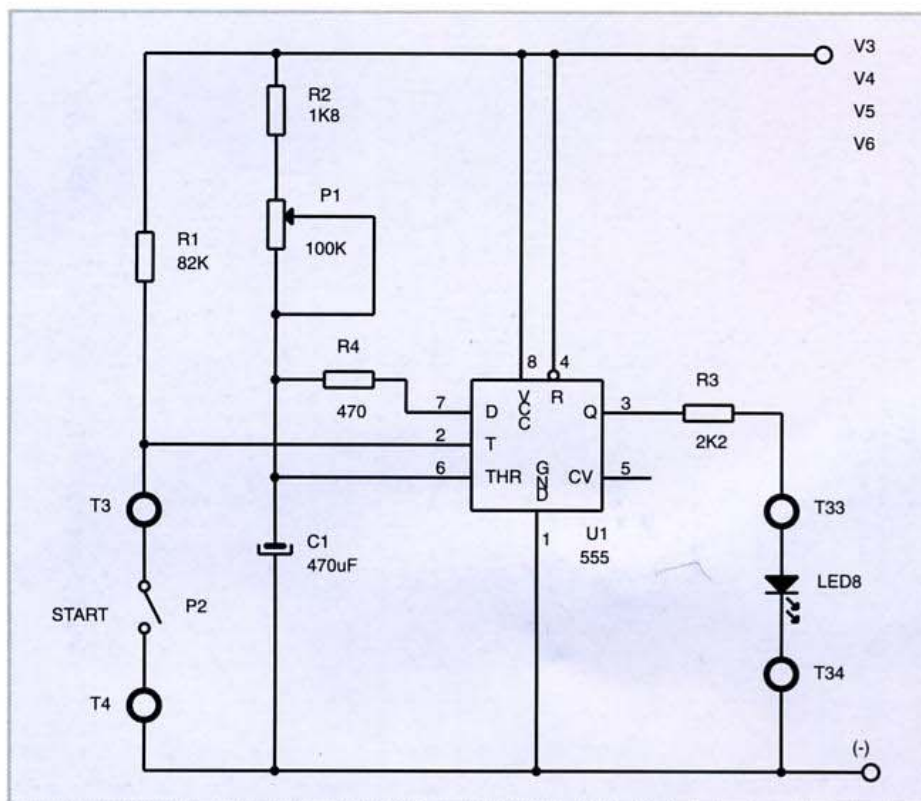
Per R2 utilizziamo il valore iniziale di 1K8. Se applichiamo la formula $T = 1,1 \cdot (R2 + P) \cdot C$, dobbiamo ricordarci che la resistenza va espressa in Ohm, mentre la capacità in Faraday. Se facciamo due calcoli, quindi, uno per il potenziometro regolato a 0 e un altro per la regolazione a 100 K, avremo dei tempi teorici tra 0,9 e 53 secondi. In realtà, questi tempi sono solitamente maggiori, anche se di poco. Ruotando il cursore del potenziometro, possiamo ottenere un qualsiasi valore intermedio. L'inizio del conteggio del tempo viene misurato da quando si accende il LED a quando si spegne; l'attivazione del circuito avviene premendo P2.

Esperimento 2

Se togliamo la resistenza da 1K8 e la sostituiamo con un'altra da 100 K, si avranno, grazie alla regola-

Temporizzatore a lunga durata

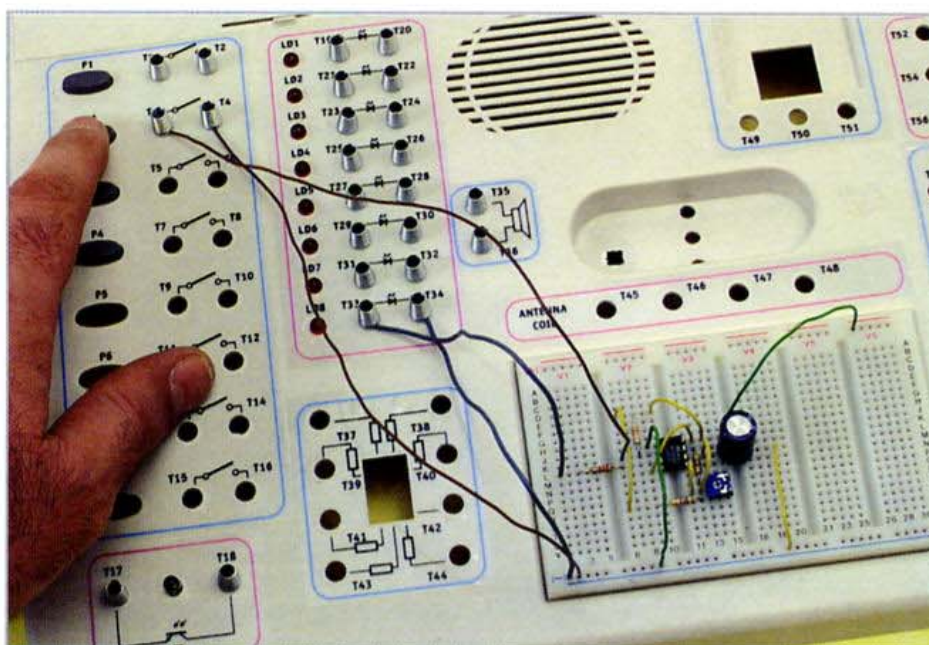
zione con il potenziometro P1, temporizzazioni tra 1 e 2 minuti circa. Se non volessimo fare dei calcoli, possiamo stimare che per ogni 100 K aggiunti a R2, i tempi aumentano, sia con il potenziometro ruotato al massimo che al minimo, di 1 minuto.

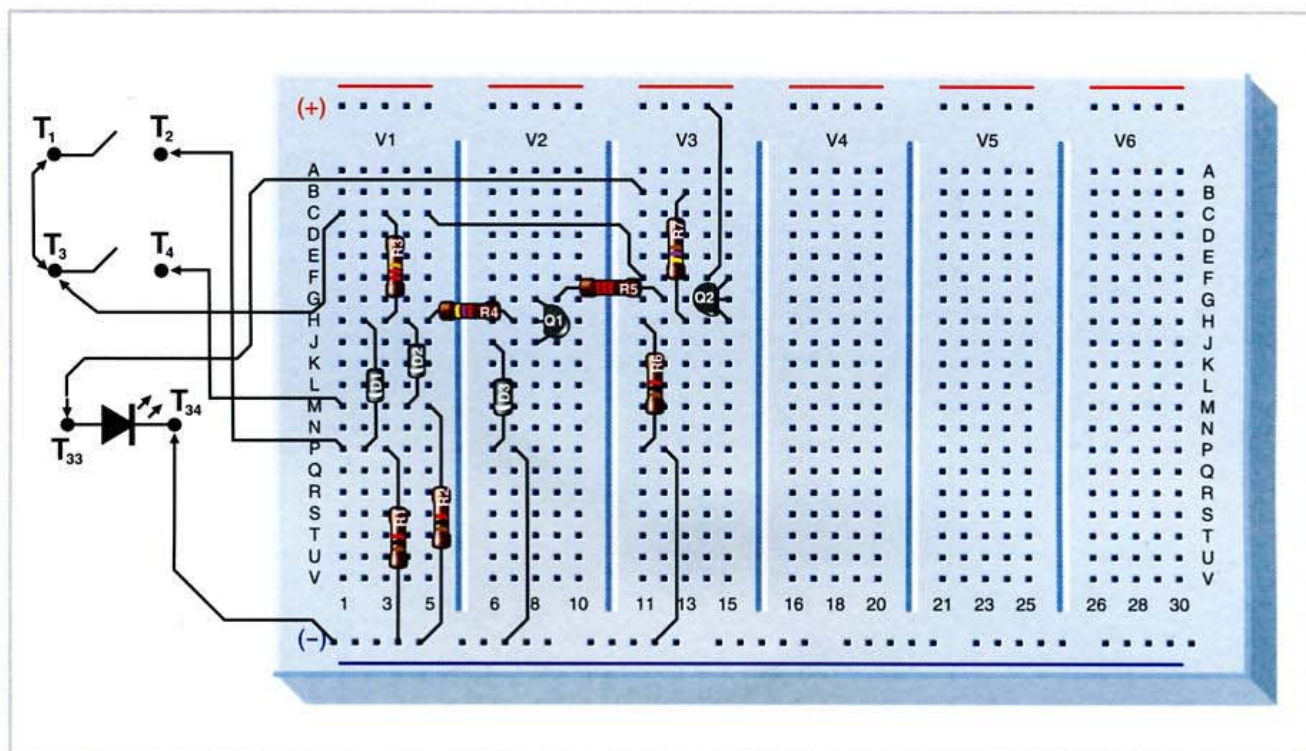
Temporizzatore a misura

COMPONENTI	
R1	82 K
R2	1K8
R3	2K2
R4	470 Ω
P1	100 K
C1	470 μF
U1	555
LD8	
P2	

Esperimento 3

Utilizzando per R2 il valore di 1M, si ottiene una temporizzazione regolabile tra i 9 e 10 minuti circa. Può succedere che con i valori disponibili della resistenza non si ottenga la temporizzazione voluta; in tal caso, possiamo sostituire la resistenza da 1K8 con una combinazione di due resistenze in serie. Con due resistenze da 1M, ad esempio, si possono raggiungere i 20 minuti.

Esperimento 4

Un'altra soluzione per aumentare il tempo di accensione del LED è quella di collegare i condensatori in parallelo. Metteremo in parallelo un condensatore da 22 μF, collegando il positivo al positivo e il negativo al negativo e rispettandone la polarità. Per verificare l'effetto ottenuto, risulta più agevole l'utilizzo di valori bassi per la resistenza e anche l'aiuto di un cronometro, o almeno di un orologio che segni i secondi, per misurare il tempo. I condensatori elettrolitici hanno, solitamente, una tolleranza del 20% e ciò genera delle piccole differenze tra i tempi reali e quelli calcolati teoricamente.

Porta AND DTL

Porta logica AND realizzata grazie alla tecnologia Diodo-Transistor.

Quando si parla di una porta logica, oggi, si pensa a un circuito integrato; esiste, però, la tecnologia diodo-transistor per realizzare le porte logiche. Hanno come vantaggio la velocità e come svantaggio l'alto consumo. Godettero di una certa importanza fino a quando si riuscì a costruire circuiti veloci utilizzando altre tecnologie.

Il circuito

Trattandosi di una porta AND, affinché la sua uscita sia a 'uno', le sue due entrate devono essere a livello 'uno'; in questo caso, il livello 'uno' dell'uscita si evidenzia con l'accensione di un diodo LED LD8. Le entrate, corrispondenti ai terminali identificati come T2 e T4 collegate ai pulsanti, sono a livello 'zero' quando sia P1 che P2 non sono stati premuti. Per applicare a qualsiasi entrata il livello 'uno' basta premere il pulsante corrispondente.

Entrate a livello 'zero'

Quando una delle entrate è a livello 'zero', la corrente che circola attraverso la resistenza R3, passa dal diodo D1 o D2 a una resistenza da 1K, collegata al negativo dell'alimentazione per l'altra estremità. In questo caso, la corrente che dovrebbe passare alla base del transistor, attraversa la resistenza da 1K; di conseguenza, il transistor Q1 non conduce e non conducendo nella resistenza R5 non circola corrente. Quindi, il transistor Q2 non conduce e il diodo LED non si illumina perché non esiste passaggio di corrente. Per fare in modo che il diodo LED sia spento, è sufficiente che anche una sola entrata sia a 'zero'.

Porta AND con componenti discreti

Entrate a livello 'uno'

Quando le due entrate sono a livello 'uno', con i due pulsanti chiusi, i diodi D1 e D2 risultano polarizzati in modo inverso, perché nel loro catodo c'è una tensione superiore a quella esistente nel loro anodo. In questa situazione, è come se i due diodi non esistessero; la resistenza R3 è unita in serie alla R4. La corrente che circola in queste resistenze è quella di polarizzazione della base del transistor Q1. La corrente del collettore di Q1, a sua volta, è la corrente della base di Q2; quest'ultimo risulta anch'esso polarizzato ed entra in stato di conduzione consentendo il passaggio della corrente in R6 e R7: la corrente circolante in

Porta AND DTL

COMPONENTI	
R1, R2	1 K
R3	22 K
R4	4K7
R5	2K2
R6	1 K
R7	470 Ω
Q1	BC548
Q2	BC558
LD8	
P1	
P2	

R7, per la precisione, è quella che fa illuminare il diodo LED LD8.

Dobbiamo fare attenzione a tutte le connessioni per non commettere errori; dobbiamo stare attenti soprattutto alla polarità dei diodi ed evitare di confondere i transistor: infatti, Q1 è un NPN, mentre Q2 è un PNP.

Il montaggio

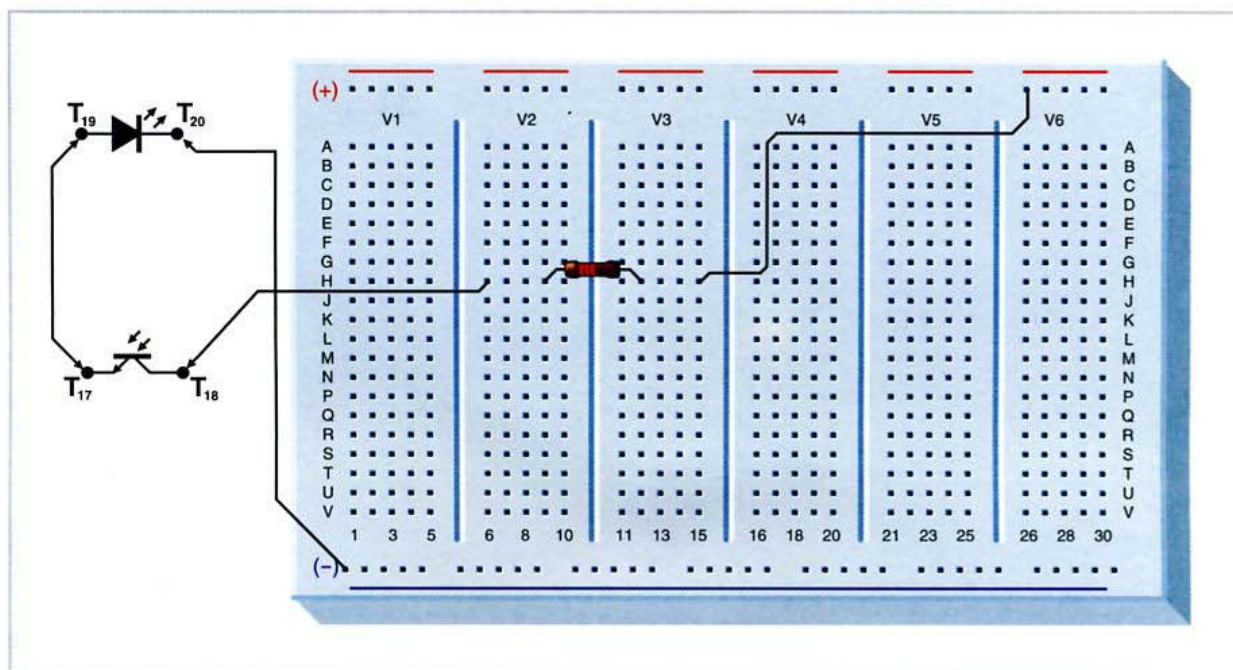
Il circuito teorico è funzionante, ma dobbiamo montare il circuito per poterlo verificare in realtà.

Porta AND con transistor e diodi.

L'esperimento

Effettuato il montaggio, verificheremo che l'alimentazione abbia un valore di 4,5 Volt; l'alimentazione, a tal fine, viene presa da V3. Si deve sottolineare che il circuito non funziona correttamente con delle tensioni superiori. In stato di riposo, i pulsanti P1 e P2 non sono stati azionati e, quindi, a tutte le due entrate c'è uno 'zero' logico e il diodo LED deve essere spento. Premendo P1 vedremo che il diodo continuerà a rimanere spento; rilasceremo P1 e schiacceremo P2, e ancora il diodo rimarrà spento. Il diodo LED si accenderà solamente se premeremo simultaneamente sia P1 che P2.

Verifica di un fototransistor

Si verifica rapidamente e semplicemente il funzionamento di un fototransistor.

Prima di utilizzare un fototransistor conviene realizzare il montaggio corrispondente a questo circuito: infatti, oltre a verificare che l'installazione del fototransistor sia corretta, possiamo verificarne anche l'influenza della luce. Per la piastra dei prototipi abbiamo bisogno soltanto di alcuni cavi e di una resistenza. Se il fototransistor rimane al buio, non condurrà e, quindi, non vi circolerà corrente: dato che è posto in serie con il LED, non si illuminerà. L'effetto della luce che illumina il transistor è simile a quanto si verifica quando si applica una corrente di base, il transistor condurrà, lasciando passare la corrente dal suo collettore al suo emettitore per fare in modo che il LED si illumini. Quando il livello di luce risulta sufficiente a far circolare più di 1 mA, il LED inizierà a illuminarsi.

Il fototransistor conduce grazie alla luce

Il circuito

Osservando lo schema vedremo che possiede solamente tre componenti. Da una parte il fototransistor e un LED, montati sul pannello frontale e dall'altra una resistenza. La resistenza, posta in serie con il circuito, limita la corrente che vi circola; se il livello d'illuminazione sarà molto alto circolerà naturalmente una corrente molto elevata che potrebbe distruggere sia il diodo LED che il fototransistor. Con la resistenza da 2K2 la corrente viene limitata a 4 mA; potremmo utilizzare altri valori, ma non si deve scendere sotto i 560 Ω per limitare la corrente a 16 mA per non distruggere il LED.

Il montaggio

Questo circuito è molto esigente per quanto riguarda l'ordine dei componenti: sia il diodo LED che il fototransistor esigono il rispetto di un determinato ordine di connessione dei loro terminali e se la loro installazione è stata attentamente eseguita, il rischio di errori è minimo. Se le connessioni di uno dei due, o di entrambi, sono state fortuitamente invertite, il circuito non funzionerà.

L'esperimento

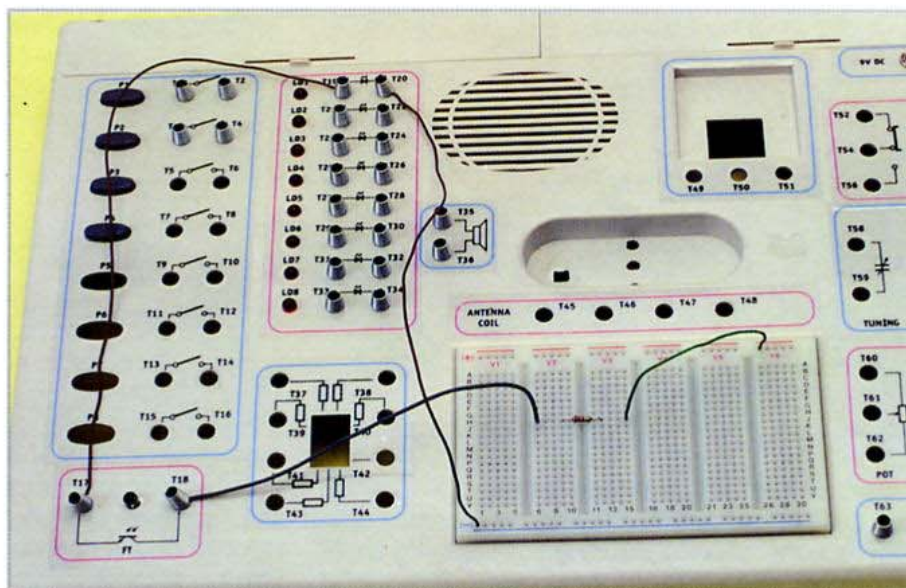
Il circuito deve funzionare subito, ma è assolutamente necessario che i componenti siano stati collegati correttamente. Quando la luce cade sul fototransistor, il diodo LED si illumina, ma quando lo si copre con un oggetto opaco, evitando che la stessa lo raggiunga, il fototransistor non condurrà e il diodo LED di conseguenza non si il-

Verifica di un fototransistor

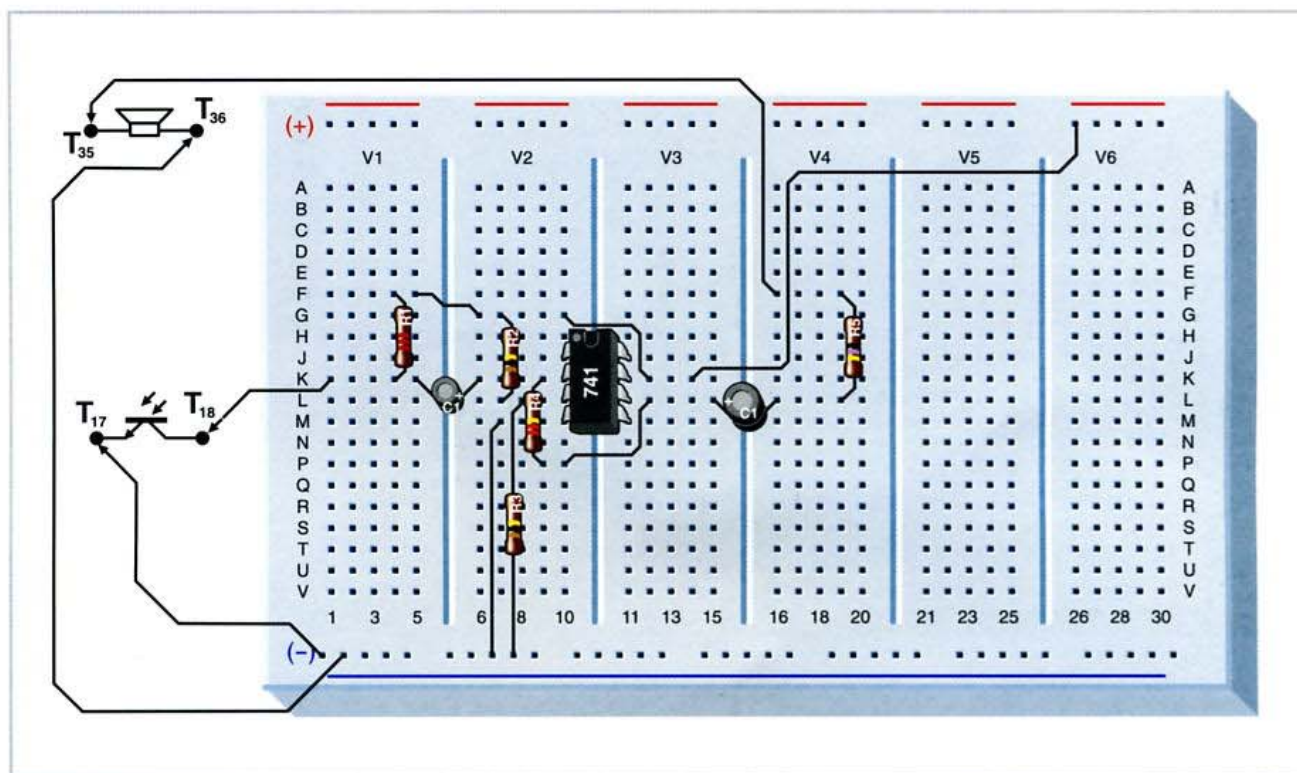
COMPONENTI	
R1	2K2
FT1	
LD1	

luminerà. La luce può essere sia naturale che artificiale, anche infrarossa, dato che questo tipo di fototransistor funziona anche con questo tipo di luce. Se non dovesse funzionare ripasseremo sia le connessioni che l'alimentazione. Se il circuito continua a non funzionare, uniremo con un cavo i terminali segnati come T19 e T20. Con questa operazione elimineremo il fototransistor e, quindi, simulando la conduzione del fototransistor il diodo dovrebbe illuminarsi; se non dovesse farlo, potrebbe essere che le pile siano scariche, che siano state invertite oppure che ci sia stato un errore di connessione. Per poter continuare con l'esperimento, naturalmente, dobbiamo individuarlo e ripararlo. Una volta riparato, dobbiamo togliere il cavo che abbiamo utilizzato per unire T19 e T20. Proviamo a illuminarlo e, questa volta, deve poter funzionare correttamente; se ciò non dovesse succedere, dobbiamo ripassare nuovamente tutte le connessioni; è possibile che il fototransistor abbia le connessioni invertite.

Eccesso di luce

Il circuito ha bisogno di un minimo di luce, abbastanza, però, perché il fototransistor conduca; se il livello è eccessivo, è probabile che il circuito funzioni comunque bene, perché il fototransistor è protetto da una resistenza limitatrice di corrente. L'unico problema potremmo averlo noi, agli occhi, per distinguere se il diodo LED è acceso o spento.

Circuito base per la verifica di un fototransistor.

Rilevatore di luce artificiale

Rileva quando il fototransistor è illuminato da una lampadina "eccitata" da corrente alternata.

Questo circuito rileva la presenza di luce artificiale proveniente dalla rete di distribuzione dell'energia, che è alternata – circa 50 o 60 Hz, a seconda di quale sia il paese in cui ci troviamo. Quando sul fototransistor cade la luce che proviene da una lampada a corrente alternata – sarà sufficiente una lampadina standard – si sente un suono dall'altoparlante. Se togliamo questa illuminazione e la sostituiamo con quella di una torcia, non sentiremo nessun suono; la stessa cosa succede se lo illuminiamo con una torcia portatile collegata alla batteria di un'autovettura. Anche se vi incide la luce del sole, il circuito rimane in silenzio.

Indicatore acustico di luce artificiale

Il circuito

Il circuito utilizza un amplificatore operazionale disposto in modo che abbia un guadagno elevato, che cioè amplifichi di molto il segnale che si applica alla sua entrata. Per poter funzionare con un'alimentazione asimmetrica, si utilizza un divisore di tensione formato dalle resistenze R2 e R3 per ottenere la metà di questa tensione di alimentazione e applicarla all'entrata non invertente dell'operazionale. Se andiamo ad osservare l'entrata del circuito, vedremo che attraverso la resistenza R1 circola una corrente che attraversa il fototransistor quando la base di quest'ultimo si illumina. Il terminale T18, che corrisponde al collettore del transistor, viene portato all'entrata invertente dell'amplificatore operazionale 741, piedino 2. Se la fonte di luce è continua, nel collettore del transistor ci sarà un livello di tensione continua che non passa all'operazionale a causa del condensatore di disaccoppiamento C1, ma se la luce proviene da una lampadina della rete, è discontinua – l'occhio umano non percepisce l'alternanza della frequenza di rete, ma il fototransistor la capta. Ne consegue che questa alternanza nel collettore del fototransistor appare come una tensione alternata che passando attraverso il condensatore giunge all'entrata dell'amplificatore operazionale. Quest'ultimo la amplifica notevolmente e quindi alla sua uscita appare un'onda quadrata con la medesima frequenza della rete, 50 o 60 Hz. Questo segnale è udibile all'altoparlante.

Rilevatore di luce artificiale

COMPONENTI	
R1	22 K
R2, R3	100 K
R4	220 K
R5	47 Ω
C1	22 µF
C2	470 µF
U1	741
FT	
ALTOPARLANTE	

Esperimento 1

Una volta che si sia realizzato il montaggio del circuito sulla piastra dei prototipi, accenderemo una lampadina artificiale alimentata dalla rete – è sufficiente una qualunque luce di uso domestico, anche le lampadine che erogano l'illuminazione in ogni appartamento. Quando la luce illuminerà il fototransistor, l'altoparlante emetterà un suono facilmente identificabile. Se il circuito viene posto alla luce del sole, non sentiremo nessun suono.

Esperimento 2

Se mettiamo il circuito al buio e lo illuminiamo con una torcia elettrica, il circuito rimarrà in silenzio. Potrebbe essere che emetta un "clac clac" quando accendiamo o spegniamo la torcia, ma per il rimanente tempo rimarrà in silenzio.

Esperimento 3

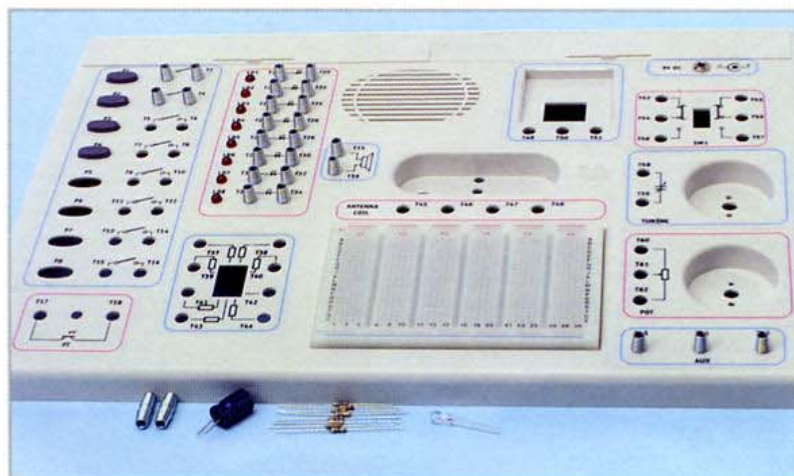
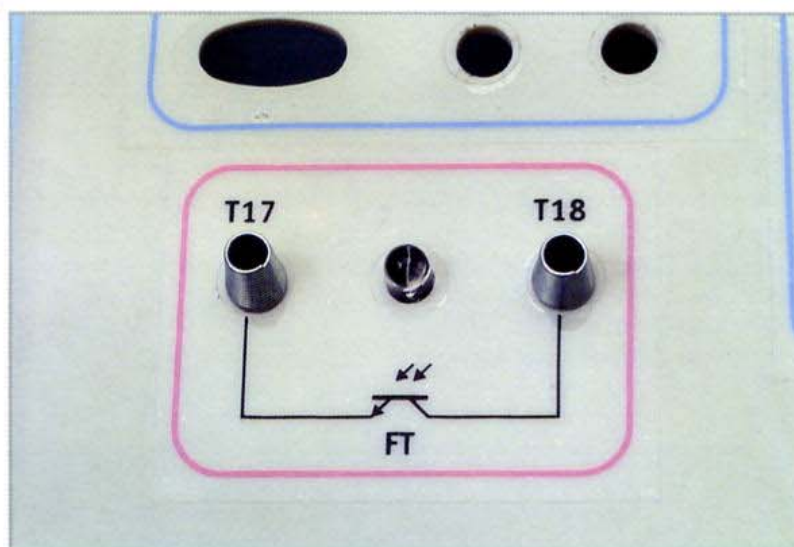
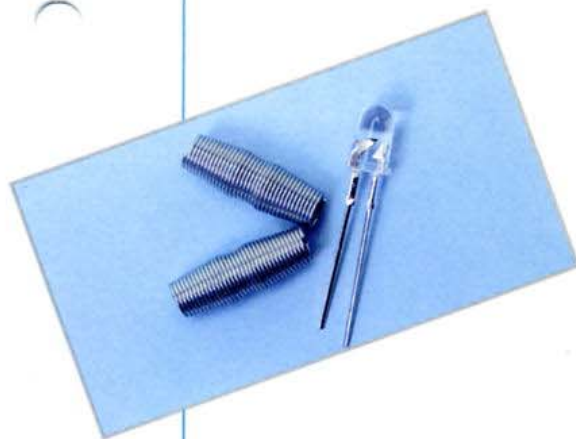
Il circuito è utilissimo per verificare i telecomandi a infrarossi, che sono normalmente utilizzati per i televisori e i videoregistratori. Si direziona il telecomando di fronte al fototransistor e si sentirà un suono intermittente che indicherà che il telecomando sta inviando un fascio di luce infrarossa. Questo circuito non rileva il segnale dei telecomandi che usano radiofrequenze, utilizzati in alcuni circuiti di allarme per automobili.

Quando rileva luce artificiale, l'altoparlante emette un suono.

Il fototransistor

Si installa un fototransistor e le sue corrispondenti molle di connessione.

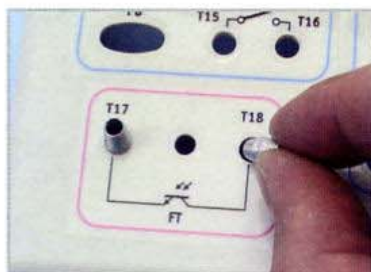
MATERIALI

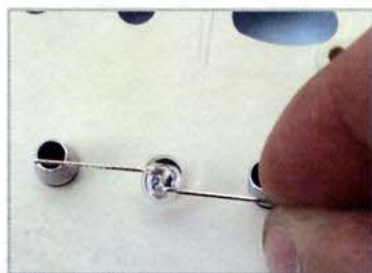
1. **Molle (2)**
2. **Fototransistor**

1 Il fototransistor permette la realizzazione di esperimenti in presenza di luce.

2 Con pochissimi elementi, un fototransistor e due molle, si effettua la realizzazione di un notevole numero di esperimenti basati sulla luce.

Trucchi

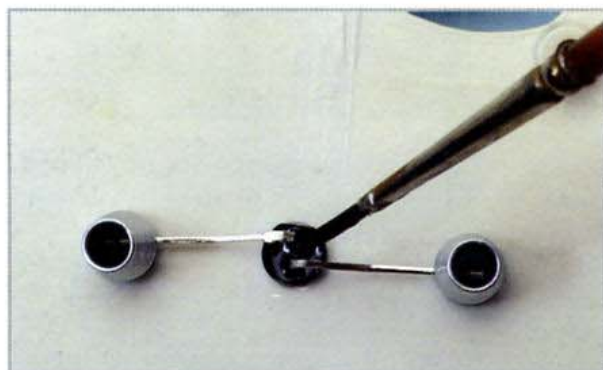
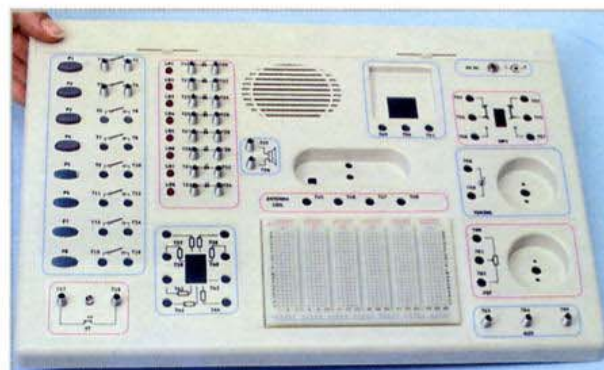
La capsula del fototransistor che viene fornita è tutta trasparente e, quindi, può ricevere la luce anche attraverso la base della capsula; è meglio evitare che la luce incida su questo lato, la cosa più facile e veloce è ricoprire la base con vernice nera; bisogna solamente tener conto del fatto che la vernice fresca conduce l'elettricità. Le vernici comuni sono, in genere, isolanti.

Il fototransistor

3 Questo fototransistor possiede la medesima capsula che abitualmente utilizzano i diodi LED da 5 mm. In questo caso la parte piatta segnala la connessione del collettore.

4 Questo fototransistor ha due soli terminali accessibili, collettore ed emettitore; pertanto ha bisogno solamente di due molle di connessione.

5 I terminali vanno piegati come viene indicato dalla fotografia: oltre a facilitarne la connessione elettrica, si utilizzeranno per fissarlo alle molle.

6 Il fototransistor si colloca dall'interno del foro, tenendo conto che il terminale corrispondente al collettore deve essere collegato alla molla che sul pannello frontale viene identificata come T18.

7 Una volta sicuri di aver identificato correttamente ogni terminale, si collegano alle corrispondenti molle.

8 Il fototransistor deve risultare fissato dai suoi terminali, ma è preferibile aggiungere una goccia di colla sulla parte inferiore, per maggior sicurezza.

9 È raccomandabile applicare uno strato di vernice nera per evitare che la luce raggiunga la parte posteriore. Si deve evitare che la vernice passi sul pannello frontale rimettendo velocemente il laboratorio nella sua posizione normale.

10 Il laboratorio risulta tale e quale si vede nella fotografia, dopo l'inserimento del fototransistor.